

東京大学大学院 学生員 堀部慶次
 東京大学工学部 正会員 上田多門

1 はじめに

軸圧縮力あるいはプレストレス力を受けるはりのせん断挙動についての研究は、海外では多数あり、各規準式などにもその影響は組み込まれている。しかし、わが国においてはこの事についての研究例は比較的に少ない。また、既往の研究や各規準式などにおいても、その影響の取り入れ方が異なっており、なお一層の研究が必要であると思われる。そこで、本研究ではせん断補強筋のないプレストレス鉄筋コンクリートはりのせん断挙動をより明確にすることを目的として、プレストレスレベル、プレストレス力を与える位置、コンクリート強度を変えた計9本のはりに対して単純ばり形式の曲げせん断実験を行った。

2 実験の概要

用いた供試体は表1に示した9体で、寸法・配筋は図1に示した。各供試体とも、プレストレス導入後、ただちに $W/C = 45\%$ のセメントペーストによりグラウチングを行った。なお供試体A-5は、鋼材の配置によるせん断耐力の増減が無視できることを確認するためのものである。

実験は図1に示したように、支点間距離 180cm、せん断スパン長 80 cm として2点荷重により行った。測定は、荷重・供試体中央部の軸方向引張鉄筋及びPC鋼棒のひずみに対して実施した。荷重測定には50 t用ロードセルを用い、曲げひびわれ発生荷重・せん断ひびわれ発生荷重・最大耐力をチェックした。鉄筋ひずみは、曲げひびわれの発生時をできるだけ正確に知るために、電気抵抗線ストレーンゲージを用いて測定した。

表2 実験結果

Beam No.	f_{pc}	f_{pe}	Per	P_c	P_u	破壊モード
A-0	0	0	1.8	9.0 9.0	9.0	buckling
A-1	10.9	24.0	3.1	10.0 10.0	10.5	斜張力破壊
A-2	25.3	55.7	4.1	10.5 11.5	12.1	せん断圧縮破壊
A-3	34.4	75.8	5.1	12.0 12.5	14.8	せん断圧縮破壊
A-4	22.4	22.4	4.7	11.0 11.0	12.9	せん断圧縮破壊
A-5	0	0	2.4	9.0	9.5	buckling
B-1	33.6	73.8	6.2	17.0 16.0	18.2	せん断圧縮破壊
B-2	9.3	20.5	3.1	13.0 13.0	13.8	斜張力破壊
B-3	34.4	34.4	4.7	14.0 13.0	16.0	せん断圧縮破壊

f_{pc} : 平均プレストレス (kg/cm²)

f_{pe} : 有効プレストレス力により生じる最下縁応力 (kg/cm²)

Per : 曲げひびわれ発生荷重 (ton)

P_c : せん断ひびわれ発生荷重 (ton)

P_u : 最大耐力 (ton)

※ せん断ひびわれ発生荷重については左右両スパンで測定

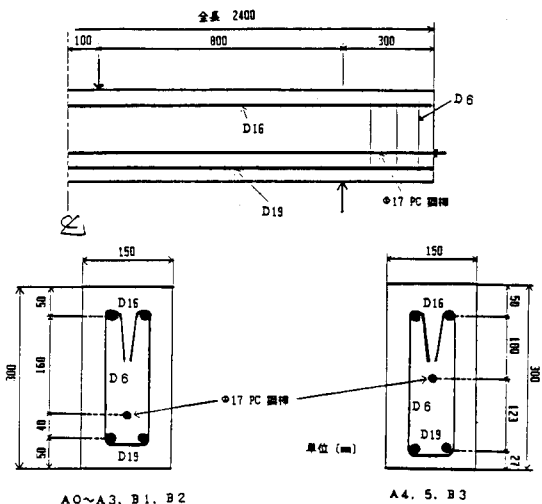


図1 供試体の寸法及び配筋

表1 供試体の概要

Beam No.	b_w (cm)	d (cm)	f_c' (kg/cm ²)	P (ton)	e (cm)
A-0	15	23.9	271	0	6
A-1	15	23.9	251	4.9	6
A-2	15	23.9	271	11.4	6
A-3	15	23.9	251	15.5	6
A-4	15	23.9	372	10.1	0
A-5	15	23.9	372	0	0
B-1	15	23.9	587	15.1	6
B-2	15	23.9	597	4.2	6
B-3	15	23.9	597	15.5	0

b_w : 断面の幅

d : 断面の有効高さ

f_c' : コンクリートの圧縮強度

P : プレストレス力

e : PC鋼棒の重心からの偏心距離

3 結果及び考察

本実験の測定結果を表2に示した。又、Aシリーズについては、破壊時のひびわれ状況を図2に示した。

図2を見ると、プレストレスレベルが増加するにつれて曲げひびわれの本数及び圧縮側への伸展が減じ、せん断ひびわれの入る位置が下縁側にシフトしているのが判る。さらに、それに伴いアーチ的な耐荷機構に移った時のアーチリブ幅が厚くなっており、破壊形式も buckling や斜張力破壊からせん断圧縮破壊へと変わっている。また、図3はA-0～A-3について有効プレストレスと破壊荷重の関係を示したものであるが、有効プレストレスが大きくなるにつれ、せん断ひびわれ発生荷重・最大荷重・最大荷重とせん断ひびわれ発生荷重との差が増加していることが判る。

次に、A-4とB-3の測定結果に注目してみる。両者はそれぞれ、A-1とプレストレス力により生じる最下縁応力が同じもの、B-1と平均プレストレスが同じものであるが、その耐力についてはA-1、B-1とは異なったものとなっている。これは、プレストレス力による断面内の応力分布の違いから生ずるものと思われる。そこでその応力分布を簡単に評価する方法として、断面図心における応力(=平均プレストレス)と最下縁の応力とを加えた値を考えてみる。この値と破壊荷重との関係をAシリーズ、Bシリーズについて示したのが図4である。これを見ると、 $f_{pc} + f_{pe}$ という値と耐力の上昇がほぼ比例関係にあるということがいえる。

本研究では、さらにプレストレスによるこの耐力上昇量というものがコンクリート強度に影響されるかどうか調べた。本研究では、データが1ケースしかなかったのでMattockの実験データも加えて検討してみたが、結論を下すまでには至らなかった。

4 まとめ

プレストレス力は、せん断耐力を増加させると共に破壊形式を靱性的な圧縮破壊へと変化させる。その耐力上昇は、プレストレス力により生ずる断面図心及び最下縁の応力の和にほぼ比例する。しかし、その耐力上昇がコンクリート強度によるかどうかの結論は下せず、今後の研究が必要となった。

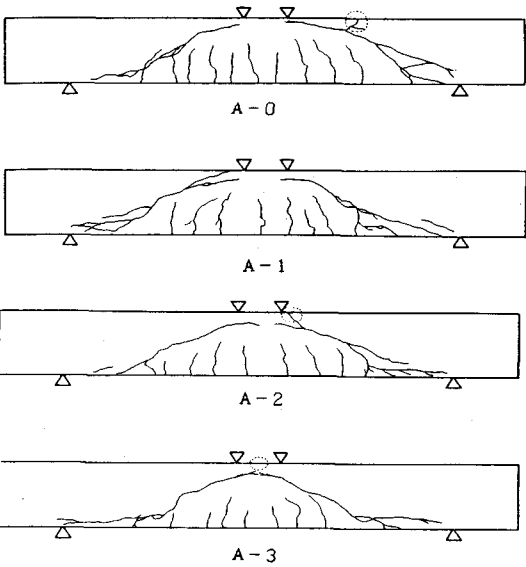


図2 破壊時のひびわれ状況

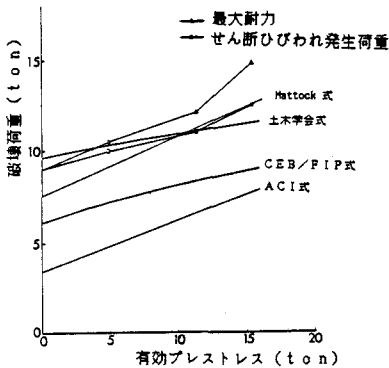


図3 有効プレストレス—破壊荷重関係

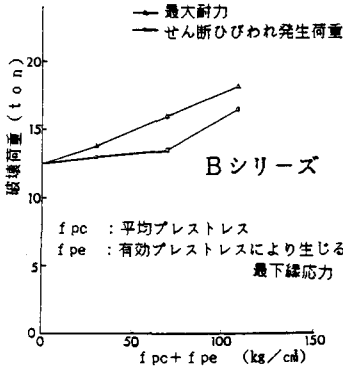
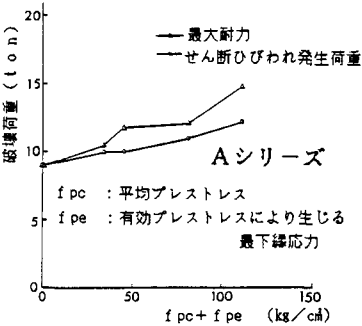


図4 $f_{pc} + f_{pe}$ による評価